



现代 机械设计手册

第4卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HANDBOOK
OF
MECHANICAL DESIGN



化学工业出版社



现代 机械设计手册

第4卷

秦大同 谢里阳 主编

MODERN

HANDBOOK
OF
DESIGN



化学工业出版社

·北京·

《现代机械设计手册》从新时期机械设计人员的实际需要出发,追求现代感,兼顾实用性、通用性、准确性,在广泛吸纳国内工具书优点的基础上,涵盖了各种常规和通用的机械设计技术资料,贯彻了最新的国家和行业标准,推荐了国内外先进、节能、通用的产品,体现了便查易用的编写风格。

《现代机械设计手册》共6卷,其中第1卷包括机械设计基础资料,零件结构设计,机械制图和几何精度设计,机械工程材料,连接件与紧固件;第2卷包括轴和联轴器,滚动轴承,滑动轴承,机架、箱体及导轨,弹簧,机构,机械零部件设计禁忌;第3卷包括带、链传动,齿轮传动,减速器、变速器,离合器、制动器,润滑,密封;第4卷包括液力传动,液压传动与控制,气压传动与控制;第5卷包括光机电一体化系统设计,传感器,控制元器件和控制单元,电动机;第6卷包括机械振动与噪声,疲劳强度设计,可靠性设计,优化设计,反求设计,数字化设计,人机工程与产品造型设计,创新设计。

《现代机械设计手册》可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书,也可供高等院校有关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械设计手册.第4卷/秦大同,谢里阳主编.
北京:化学工业出版社,2011.1
ISBN 978-7-122-08709-6

I. 现… II. ①秦…②谢… III. 机械设计-手册
IV. TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第260612号

责任编辑:张兴辉 王 焱 贾 娜
责任校对:宋 玮

文字编辑:张绪瑞
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100041)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张116 字数3660千字 2011年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:170.00元

版权所有 违者必究

撰稿和审稿人员

手册主编 秦大同 (重庆大学) 谢里阳 (东北大学)

卷	篇	篇主编	撰 稿	审稿
第1卷	第1篇	化学工业出版社组织编写	张红燕 刘 梅 李 翔 董 敏	王建军
	第2篇	翟文杰 (哈尔滨工业大学)	翟文杰	王连明
	第3篇	韩宝玲 (北京理工大学)	韩宝玲 佟献英 罗庆生 樊红亮 周年发 杨 威 罗 霄	刘巽尔 董国耀
	第4篇	方昆凡 (东北大学)	崔虹雯 单宝峰 赵新颖 方昆凡 周文娟 吴文虎 张茵麦 程 铭	魏小鹏
	第5篇	王三民 (西北工业大学)	王三民 袁 茹 谷文韬 李洲洋 宁方立	沈允文
第2卷	第6篇	吴立言 (西北工业大学)	刘 岚 李洲洋 吴立言	陈作模
	第7篇	郭宝霞 (洛阳轴承研究所 有限公司)	郭宝霞 周 宇 勇泰芳 张小玲 张 松 蒋明夫	杨晓蔚
	第8篇	徐 华 (西安交通大学)	徐 华 诸文俊 谢振宇 郭宝霞	朱 均
	第9篇	翟文杰 (哈尔滨工业大学) 王 瑜 (哈尔滨工业大学)	翟文杰 王 瑜 郭宝霞	王连明
	第10篇	姜洪源 (哈尔滨工业大学) 敖宏瑞 (哈尔滨工业大学)	姜洪源 敖宏瑞 李胜波	陈照波
	第11篇	李瑰贤 (哈尔滨工业大学)	李瑰贤 赵永强 陈照波 刘文涛 唐德威 于红英 胡 明 韩继光 闫 辉 林 琳 丁 刚 张一同	李瑰贤 陈 明
	第12篇	向敬忠 (哈尔滨理工大学)	向敬忠 潘承怡 宋 欣	于惠力
第3卷	第13篇	姜洪源 (哈尔滨工业大学) 闫 辉 (哈尔滨工业大学)	姜洪源 闫辉 王世刚	曲建俊 郭建华
	第14篇	秦大同 (重庆大学) 陈兵奎 (重庆大学)	张光辉 郭晓东 林腾蛟 林 超 秦大同 陈兵奎 石万凯 邓效忠 罗文军 廖映华 张卫青 欧阳志喜	李钊刚
	第15篇	秦大同 (重庆大学)	孙冬野 刘振军 秦大同 廖映华	吴晓铃
	第16篇	刘光磊 (西北工业大学)	刘光磊 朱春梅	孔庆堂
	第17篇	吴晓铃 (郑州大学)	吴晓铃 袁丽娟 郭宝霞	陈大融
	第18篇	郝木明 (中国石油大学) 吴晓铃 (郑州大学)	郝木明 王淮维 孙鑫晖	陈大融

第4卷

第5卷

第6卷

卷	篇	篇主编	撰 稿	审稿
第4卷	第19篇	马文星 (吉林大学) 杨乃乔 (北京起重运输机械设计研究院)	马文星 杨乃乔 邓 菲 邹铁汉 邓洪超 曹晓宁 王宏卫 潘志勇 徐 辉 宋 斌 刘春宝 郑广强 仵晓强 吴根生 才 委 熊以恒 王 涛 何延东 柴博森 姜丽英 卢秀泉 范丽丹 侯继海 张 浦 李雪松	方佳雨 刘春朝 刘伟辉
	第20篇	吴晓明 (燕山大学)	刘 涛 吴晓明 张 伟 张齐生 赵静一 高殿荣	姚晓先 吴晓明
	第21篇	包 钢 (哈尔滨工业大学) 杨庆俊 (哈尔滨工业大学)	包 钢 杨庆俊 向 东 张百海 王 涛 陈金兵 王雄耀	熊 伟
第5卷	第22篇	郝长中 (沈阳理工大学)	郝长中 王铁军 吴东生 杨 青	于国安
	第23篇	张洪亭 (东北大学)	张洪亭 王明赞 李 佳 孙红春	贾民平 王明赞
	第24篇	王 洁 (沈阳工业大学)	王 洁 王野牧 谷艳玲 杨国哲 孙洪林 张 靖	徐 方 刘 洲 褚明杰 曲业闯 郑春辉 赵 强
	第25篇	时献江 (哈尔滨理工大学)	时献江 杜海艳 王 昕 柴林杰	邵俊鹏
第6卷	第26篇	孟 光 (上海交通大学) 吴天行 (上海交通大学)	孟 光 吴天行 雷 敏 张瑞华 李增光 龙新华 华宏星 李 俊 张志谊 饶柱石 荆建平 张文明 塔 娜 刘树英 静 波 韩雪华 李富才 张海滨 蒋伟康 严 莉 万 泉 杨斌堂 焦素娟 湛 勇	胡宗武
	第27篇	谢里阳 (东北大学)	谢里阳 王 雷	赵少汴
	第28篇	谢里阳 (东北大学)	谢里阳 钱文学 吴宁祥	孙志礼
	第29篇	何雪波 (东北大学)	何雪波 张 翔 张瑞金	颜云辉
	第30篇	隋天中 (东北大学)	隋天中	郝永平
	第31篇	李卫民 (辽宁工业大学)	李卫民 刘淑芬 仪登丽 潘 静 于晓丹 邢 颖	刘永贤
	第32篇	曾 红 (辽宁工业大学)	曾 红 陈 明	刘永贤
	第33篇	赵新军 (东北大学)	赵新军 钟 莹 孙晓枫	李赤泉



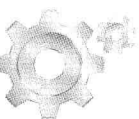
振兴装备制造业是中国由机械制造大国走向机械制造强国的必由之路。近年来,在国家大力发展装备制造业的政策号召和驱使下,我国的机械工业获得了巨大的发展,自主创新的能力不断加强,一批高技术、高性能、高精尖的现代化装备不断涌现,各种新材料、新工艺、新结构、新产品、新方法、新技术不断产生、发展并投入实际应用,大大提升了我国机械设计与制造的技术水平和国际竞争力。

但是,总体来看,我国的装备制造业仍处于较低的水平,距离世界发达国家还有很大的差距。机械设计是装备制造的龙头,是装备制造过程中的核心环节,因此全面提升我国机械设计人员的设计能力和技术水平非常关键。近年来,各种先进技术在机械行业的应用和发展,正在使机械设计的传统内涵发生巨大变化,这就给广大机械设计人员提出了更高的要求:一方面,当前先进的、现代化的机械装备都是机、电、液、光等技术的有机结合体,尤其是控制技术、信息技术、网络技术的发展和运用,使得设备越来越智能化、现代化,这已经成为现代机械设计的发展方向 and 趋势,如何实现这些技术的有机融合将至关重要;另一方面,各种现代的机械设计方法,已经突破前些年的理论研究阶段,正逐步应用于设计、生产实际,越来越发挥其重要的作用;还有,随着计算机硬件性能和软件水平的持续提高,计算机技术已全面深入地渗透到机械领域,各种设计技术、计算技术、设计工具在机械设计与制造中的广泛应用,使得设计人员的创造性思维得到前所未有的解放,设计手段极大丰富。

伴随着这些变化,传统的机械设计资料、机械设计工具书已逐渐呈现出诸多不足,不能完全满足新时期机械设计人员的实际工作需要。针对这种情况,化学工业出版社顺应时代发展的要求,在对高等院校、科研院所、制造企业的科研工作者和机械设计人员进行广泛调研的基础上,邀请众多国内机械设计界的知名专家合力编写了一套全新的、符合现代机械设计潮流的大型工具书——《现代机械设计手册》,这是一项与时俱进、有重大意义的创新工程,对推动我国机械设计技术的发展将发挥重要的作用。因其在机械设计领域重要的科学价值、实用价值和现实意义,《现代机械设计手册》荣获2009年国家出版基金资助。

化学工业出版社在机械设计大型工具书的出版方面历史悠久、经验丰富,深得广大机械设计人员和工程技术人员的信赖。为了扎实、高效地进行《现代机械设计手册》编写和出版工作,化学工业出版社组织召开了多次编写和审稿工作会议,充分考虑读者在手册使用上的特点和需求,确定了手册的整体构架、篇目设置、编写原则和风格,针对编写大纲进行了充分细致的研讨,对书稿内容的编、审工作进行了细致周密的安排,确保了整部手册的内容质量和工作进度。

《现代机械设计手册》的定位不同于一般技术手册,更不同于一般学习型的技术图书,



它是一部合理收集取舍、科学编排通用机械设计常用资料，符合现代机械设计潮流的综合性手册。具体来说，有以下六大特色。

1. 权威性 ★★★★★

《现代机械设计手册》阵容强大，编、审人员大都来自于设计、生产、教学和科研第一线，具有深厚的理论功底、丰富的设计实践经验。他们中很多人都是所属领域的知名专家，在业内有广泛的影响力和知名度，获得过多项科技进步奖、发明奖和技术专利，承担了许多机械领域国家重要的科研和攻关项目。这支专业、权威的编审队伍确保了手册准确、实用的内容质量。

2. 现代感 ★★★★★

追求现代感，体现现代机械设计气氛，满足时代的要求，是《现代机械设计手册》的基本宗旨。“现代”二字主要体现在：新标准、新技术、新结构、新工艺、新产品、现代的设计理念、现代的设计方法和现代的设计手段等几个方面。在体现现代元素的同时，也不是一味求新，而是收录目前已经普遍得到大家公认的、成熟的、实用的技术、方法、结构和产品。《现代机械设计手册》注意传统设计与现代设计的融合，注重机、电设计的有机结合，注重实用性的同时兼顾最新的研究应用成果。

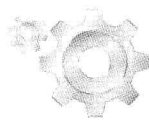
在新技术方面，许多零部件的设计内容都兼顾了当前高新技术装备的设计，例如第 13 篇“带、链传动”介绍了金属带等新型的传动方式，第 14 篇“齿轮传动”收录了新型锥齿轮、塑料齿轮的设计和应用，第 8 篇“滑动轴承”收录了气体润滑轴承、箔片轴承、电磁轴承等新型轴承的设计和应用，第 4 篇“机械工程材料”收录了复合材料等目前已广泛应用的一些新型工程材料。

在现代设计手段的应用方面，例如机械零部件设计部分，注重现代设计方法（例如有限元分析、可靠性设计等）在机械零部件设计中的应用，并给出了相应的设计实例；第 11 篇“机构”篇中，平面机构的运动分析通过计算机编程来实现，并提供了相应的程序代码，大大提高了分析的准确性和设计效率；在产品的设计和选择方面，推荐了应用广泛的、节能的、可靠的产品。

在贯彻新标准方面，收录并合理编排了目前最新颁布的国家和行业标准。

3. 实用性 ★★★★★

即选编机械设计人员实际需要的内容。手册内容的选定、深度的把握、资料的取舍和章节的编排，都坚持从设计和生产的实际需要出发。例如第 5 卷机电控制设计中，完全站在机械设计人员的角度来写——注重产品如何选用，摒弃了控制的基本原理，突出机电系



统设计,控制元器件、传感器、电动机部分注重介绍主流产品的技术参数、性能、应用场合、选用原则,并给出了相应的设计选用实例;第6卷现代机械设计方法中摒弃或简化了繁琐的数学推导,突出了最终的计算结果,结合具体的算例将设计方法通俗地呈现出来,便于读者理解和掌握。

为方便广大读者的使用和查阅,手册在具体内容的表述上,采用以图表为主的编写风格。这样既增加了手册的信息容量,更重要的是方便了读者的使用和查阅,有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

4. 通用性 ★★★★★

本手册以通用的机械零部件和控制元器件设计、选用内容为主,不包括具体的专业机械设计的内容。主要包括机械设计基础资料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构设计、机架设计、机械振动设计、光机电一体化系统设计以及控制设计等,能够满足各类机械设计人员的工作需求。

5. 准确性 ★★★★★

本手册尽量采用原始资料,公式、图表、数据准确,方法、工艺、技术成熟。所有产品、材料和工艺方面的标准均采用最新公布的标准资料,对于标准规范的编写,手册没有简单地照抄照搬,而是采取选用、摘录、合理编排的方式,强调其科学性和准确性,尽量避免差错和谬误。所有设计方法、计算公式、参数选用均经过长期检验,设计实例、各种算例均来自工程实际。手册中收录通用性强的、标准化程度高的产品,供设计人员在了解企业实际生产品种、规格尺寸、技术参数,以及产品质量和用户的实际反映后选用。

6. 全面性 ★★★★★

本手册一方面根据机械设计人员的需要,按照“基本、常用、重要、发展”的原则选取内容;另一方面兼顾了制造企业和大型设计院两大群体的设计特点,即制造企业侧重基础性的设计内容,而大型的设计院、工程公司侧重于产品的选用。本手册强调产品设计与工艺技术的紧密结合,倡导结构设计与造型设计的有机统一,重视工艺技术与选用材料的合理搭配,使产品设计更加全面和可行。

三年多来,经过广大编审人员和出版社的不懈努力,《现代机械设计手册》将以崭新的风貌和鲜明的时代气息展现在广大机械设计工作者面前。值此出版之际,谨向所有给过我们大力支持的单位和各界朋友们表示衷心的感谢!



第19篇 液力传动

第1章 液力传动设计基础

1.1 液力传动的定义、特点及应用	19-3
1.2 液力传动的术语、符号	19-4
1.2.1 液力传动术语	19-4
1.2.2 液力元件符号	19-7
1.3 液力传动理论基础	19-8
1.3.1 基本控制方程	19-8
1.3.2 基本概念和定义	19-11
1.3.3 液体在叶轮中的运动	19-12
1.3.3.1 速度三角形及速度的分解	19-12
1.3.3.2 速度环量	19-13
1.3.3.3 液体在无叶栅区的流动	19-13
1.3.4 欧拉方程	19-13
1.3.4.1 动量矩方程	19-13
1.3.4.2 理论能头	19-14
1.4 液力传动的工作液体	19-14
1.4.1 液力传动油的基本要求	19-14
1.4.2 常用液力传动油	19-15
1.4.3 水基难燃液	19-15

第2章 液力变矩器

2.1 液力变矩器的工作原理、特性	19-17
2.1.1 液力变矩器的工作原理	19-17
2.1.1.1 液力变矩器的基本结构	19-17
2.1.1.2 液力变矩器的工作过程和变矩原理	19-17
2.1.1.3 液力变矩器常用参数及符号	19-18
2.1.2 液力变矩器的特性	19-20
2.2 液力变矩器的分类及主要特点	19-23
2.3 液力变矩器的压力补偿及冷却系统	19-26
2.3.1 补偿压力	19-26
2.3.2 冷却循环流量和散热面积	19-27

2.4 液力变矩器的设计方法	19-27
2.4.1 相似设计法	19-27
2.4.2 统计经验设计方法	19-29
2.4.3 理论设计法	19-32
2.4.3.1 基于一维束流理论的设计方法	19-32
2.4.3.2 基于二维流动理论的设计方法	19-43
2.4.3.3 CFD/CAD 现代设计方法	19-43
2.4.4 逆向设计法	19-47
2.5 液力变矩器的试验	19-50
2.5.1 试验台架	19-50
2.5.2 试验方法	19-50
2.5.2.1 外特性试验	19-50
2.5.2.2 液力元件内特性试验	19-52
2.6 液力变矩器的选型	19-54
2.6.1 液力变矩器的形式和参数选择	19-54
2.6.2 液力变矩器系列型谱	19-55
2.6.3 液力变矩器与动力机的共同工作	19-55
2.6.3.1 输入功率	19-56
2.6.3.2 泵轮特性曲线族和涡轮特性曲线族	19-56
2.6.3.3 液力变矩器有效直径和公称转矩选择	19-58
2.6.3.4 液力变矩器和动力机共同工作的输入特性曲线和输出特性曲线	19-58
2.6.4 液力变矩器与动力机的匹配	19-58
2.6.5 液力变矩器与动力机匹配的优化	19-60
2.7 液力变矩器的产品型号与规格	19-61
2.7.1 单级单相向心涡轮液力变矩器	19-61
2.7.2 多相单级和闭锁液力变矩器	19-104
2.7.3 可调液力变矩器	19-112
2.7.4 液力变矩器传动装置	19-114
2.8 液力变矩器的应用及标准状况	19-122

2.8.1 液力变矩器的应用	19-122
2.8.2 国内外标准情况和对照	19-122

第 3 章 液力机械变矩器

3.1 液力机械变矩器的分类及原理	19-124
3.1.1 功率内分流液力机械变矩器	19-124
3.1.1.1 导轮反转内分流液力机械变矩器	19-124
3.1.1.2 多涡轮内分流液力机械变矩器	19-125
3.1.2 功率外分流液力机械变矩器	19-125
3.1.2.1 基本方程	19-125
3.1.2.2 用于特定变矩器的方程	19-129
3.1.2.3 分流传动特性的计算方法及实例	19-132
3.1.2.4 外分流液力机械变矩器的方案汇总	19-135
3.2 液力机械变矩器的应用	19-137
3.2.1 功率内分流液力机械变矩器的应用	19-137
3.2.1.1 导轮反转内分流液力机械变矩器	19-137
3.2.1.2 双涡轮内分流液力机械变矩器	19-139
3.2.2 功率外分流液力机械变矩器的应用	19-140
3.2.2.1 分流差速液力机械变矩器的应用	19-140
3.2.2.2 汇流差速液力机械变矩器的应用	19-143
3.3 液力机械变矩器产品规格与型号	19-144
3.3.1 双涡轮液力机械变矩器产品	19-144
3.3.2 导轮反转液力机械变矩器产品	19-156
3.3.3 功率外分流液力机械变矩器产品	19-157
3.3.4 液力机械传动装置产品	19-159

第 4 章 液力耦合器

4.3.1 液力耦合器形式和基本参数 (GB/T 5837—2008)	19-168
4.3.1.1 形式和类别	19-168
4.3.1.2 基本参数	19-171
4.3.2 液力耦合器部分充液时的特性	19-171
4.3.3 普通型液力耦合器	19-172
4.3.4 限矩型液力耦合器	19-172
4.3.4.1 静压泄液式限矩型液力耦合器	19-175
4.3.4.2 动压泄液式限矩型液力耦合器	19-175
4.3.4.3 复合泄液式限矩型液力耦合器	19-186
4.3.5 普通型、限矩型液力耦合器的安全保护装置	19-187
4.3.5.1 普通型、限矩型液力耦合器易熔塞 (JB/T 4235—1999)	19-187
4.3.5.2 刮板输送机用液力耦合器易爆塞技术要求 (MT/T 466—1995)	19-187
4.3.6 调速型液力耦合器	19-192
4.3.6.1 进口调节式调速型液力耦合器	19-196
4.3.6.2 出口调节式调速型液力耦合器	19-202
4.3.6.3 复合调节式调速型液力耦合器	19-210
4.3.7 液力耦合器传动装置	19-211
4.3.8 液力减速器	19-225
4.3.8.1 机车用液力减速(制动)器	19-225
4.3.8.2 汽车用液力减速(制动)器	19-226
4.3.8.3 固定设备用液力减速(制动)器	19-228
4.4 液力耦合器设计	19-230
4.4.1 液力元件的类比设计	19-230
4.4.2 限矩型液力耦合器设计	19-232
4.4.2.1 工作腔模型(腔型)及选择	19-232
4.4.2.2 限矩型液力耦合器的辅助腔	19-235
4.4.2.3 限矩型液力耦合器的叶轮结构	19-235
4.4.2.4 工作腔有效直径的确定	19-237
4.4.2.5 叶片数目和叶片厚度	19-237
4.4.3 调速型液力耦合器设计	19-237
4.4.3.1 泵轮强度计算	19-237
4.4.3.2 泵轮强度有限元分析简介	19-241
4.4.3.3 液力耦合器的轴向力	19-242

4.1 液力耦合器的工作原理	19-162
4.2 液力耦合器特性	19-163
4.2.1 液力耦合器的特性参数	19-163
4.2.2 液力耦合器特性曲线	19-164
4.2.3 影响液力耦合器特性的主要因素	19-166
4.3 液力耦合器分类、结构及发展	19-168

4.4.3.4	导管及其控制	19-243	4.8.2.1	YOX、YOX _{II} 、TVA 外轮驱动 直连式限矩型液力耦合器	19-291
4.4.3.5	设计中的其他问题	19-246	4.8.2.2	YOX _{II} 外轮驱动制动轮式限 矩型液力耦合器	19-292
4.4.3.6	油路系统	19-247	4.8.2.3	水介质限矩型液力耦合器	19-293
4.4.3.7	调速型液力耦合器的辅助 系统与设备成套	19-248	4.8.2.4	加长后辅腔与加长后辅腔带侧辅 腔的限矩型液力耦合器	19-298
4.4.3.8	调速型液力耦合器的配 套件	19-250	4.8.2.5	加长后辅腔与加长后辅腔带 侧辅腔制动轮式限矩型液力 耦合器	19-304
4.4.4	液力耦合器传动装置设计	19-257	4.8.2.6	加长后辅腔内轮驱动制动轮式限 矩型液力耦合器	19-310
4.4.4.1	前置齿轮式液力耦合器传动 装置简介	19-257	4.8.3	复合泄液式限矩型液力耦合器	19-310
4.4.4.2	液力耦合器传动装置设计 要点	19-258	4.8.4	调速型液力耦合器	19-316
4.4.5	液力耦合器的发热与冷却	19-258	4.8.4.1	出口调节安装板式箱体调速型 液力耦合器	19-316
4.5	液力耦合器试验	19-260	4.8.4.2	回转壳体箱座式调速型液力 耦合器	19-322
4.5.1	限矩型液力耦合器试验	19-260	4.8.4.3	侧開箱体式调速型液力 耦合器	19-324
4.5.2	调速型液力耦合器试验方法	19-261	4.8.4.4	阀控式调速型液力耦合器	19-327
4.6	液力耦合器选型、应用与节能	19-262	4.8.5	液力耦合器传动装置	19-328
4.6.1	液力耦合器运行特点	19-264	4.8.5.1	前置齿轮增速式液力耦合器 传动装置	19-328
4.6.2	液力耦合器功率图谱	19-266	4.8.5.2	后置齿轮减速式液力耦合器 传动装置	19-334
4.6.3	限矩型液力耦合器的选型与应用	19-266	4.8.5.3	后置齿轮增速式液力耦合器 传动装置	19-338
4.6.3.1	限矩型液力耦合器的选型	19-266	4.8.5.4	组合成套型液力耦合器传动 装置	19-339
4.6.3.2	限矩型液力耦合器的应用	19-267	4.8.5.5	后置齿轮减速箱组合型液力偶 合器传动装置〔耦合器正（反） 车箱〕	19-343
4.6.4	调速型液力耦合器的选型与 应用	19-272	4.9	国内国外调速型液力耦合器标准情况与 对照	19-343
4.6.4.1	我国风机、水泵运行中存在的 问题	19-272			
4.6.4.2	风机、水泵调速运行的 必要性	19-272			
4.6.4.3	各类调速方式的比较	19-272			
4.6.4.4	应用液力耦合器调速的节能 效益	19-273			
4.6.4.5	风机、泵类调速运行的节能 效果	19-274			
4.6.4.6	风机、泵类流量变化形式对 节能效果的影响	19-274			
4.6.4.7	调速型液力耦合器的效率与 相对效率	19-275			
4.6.4.8	调速型液力耦合器的匹配	19-276			
4.6.4.9	调速型液力耦合器的典型 应用与节能	19-277			
4.7	液力耦合器可靠性与故障分析	19-281			
4.7.1	基本概念	19-281			
4.7.2	限矩型液力耦合器的故障分析	19-282			
4.7.3	调速型液力耦合器的故障分析	19-285			
4.8	液力耦合器典型产品及其选择	19-288			
4.8.1	静压泄液式限矩型液力耦合器	19-288			
4.8.2	动压泄液式限矩型液力耦合器	19-290			

第 5 章 液黏传动

5.1	液黏传动及其分类	19-345
5.2	液黏传动的基本原理	19-345
5.3	液黏传动常用术语、形式和基本参数	19-347
5.3.1	液黏传动常用术语 (JB/T 5968—2008)	19-347
5.3.2	液黏传动元件结构形式 (JB/T 5968—2008)	19-347
5.3.3	液黏传动的基本参数 (JB/T 5968—2008)	19-348

5.4 液黏传动的工作液体	19-349	5.6 液黏调速装置	19-362
5.5 液黏调速离合器	19-349	5.6.1 平行轴传动液黏调速装置	19-362
5.5.1 集成式液黏调速离合器	19-349	5.6.2 差动轮系 CST 液黏调速 装置	19-362
5.5.2 分离式液黏调速离合器	19-350	5.7 硅油风扇离合器	19-365
5.5.3 液黏调速离合器运行特性	19-353	5.8 硅油离合器	19-368
5.5.4 液黏传动的摩擦副	19-358	5.9 液黏测功器	19-369
5.5.5 液黏调速离合器的性能特点及 应用节能	19-359	5.10 其他液黏传动元件	19-370
5.5.6 液黏调速离合器常见故障与排除 方法	19-360	5.11 液黏传动在液力变矩器上的应用	19-371
5.5.7 国外液黏调速离合器的转速调控 系统	19-360	5.12 国内外液黏元件标准情况与对照	19-372
		参考文献	19-373



第 20 篇 液压传动与控制

第 1 章 常用基础标准、图形符号和常用术语

1.1 基础标准	20-3
1.1.1 液压气压系统及元件的公称压力 系列	20-3
1.1.2 液压泵及液压马达的公称排量 系列	20-3
1.1.3 液压元件的油口螺纹连接尺寸	20-4
1.1.4 液压系统硬管外径系列和软管内径 系列	20-4
1.1.5 液压缸、气缸内径及活塞杆外径 系列	20-4
1.1.6 液压缸、气缸活塞行程系列	20-4
1.1.7 液压元件清洁度指标	20-5
1.1.8 液压阀油口、底板、控制装置和电 磁铁的标识	20-7
1.1.9 液压泵站油箱公称容量系列	20-7
1.2 液压图形符号	20-7
1.2.1 图形符号	20-7
1.2.2 液压图形符号绘制规则	20-16
1.3 常用液压术语	20-19
1.3.1 基本术语	20-19
1.3.2 液压泵的术语	20-20
1.3.3 液压执行元件的术语	20-20
1.3.4 液压阀的术语	20-21
1.3.5 液压辅件及其他专业术语	20-23

2.3 流体动力学公式	20-26
2.4 阻力计算	20-27
2.4.1 沿程阻力损失计算	20-27
2.4.2 局部阻力损失计算	20-28
2.5 孔口及管嘴出流、缝隙流动、液压 冲击	20-30
2.5.1 孔口及管嘴出流计算	20-30
2.5.2 缝隙流动计算	20-31
2.6 液压冲击计算	20-32

第 3 章 液压系统设计

3.1 设计计算的内容和步骤	20-33
3.2 明确技术要求	20-33
3.3 确定液压系统主要参数	20-33
3.3.1 初选系统压力	20-33
3.3.2 计算液压缸尺寸或液压马达排量	20-34
3.3.3 作出液压缸或液压马达工况图	20-35
3.4 拟订液压系统原理图	20-35
3.5 液压元件的选择	20-35
3.5.1 液压执行元件的选择	20-35
3.5.2 液压泵的选择	20-36
3.5.3 液压控制阀的选择	20-37
3.5.4 蓄能器的选择	20-37
3.5.5 管路的选择	20-37
3.5.6 确定油箱容量	20-38
3.5.7 过滤器的选择	20-38
3.5.8 液压油的选择	20-38
3.6 液压系统性能验算	20-38
3.6.1 系统压力损失计算	20-39
3.6.2 系统效率计算	20-39
3.6.3 系统发热计算	20-39

第 2 章 液压流体力学常用计算公式及资料

2.1 流体力学基本公式	20-25
2.2 流体静力学公式	20-25

3.6.4	热交换器的选择	20-40
3.7	液压装置结构设计	20-41
3.8	液压泵站设计	20-45
3.8.1	液压泵站的组成及分类	20-45
3.8.2	油箱及其设计	20-46
3.8.3	液压泵组的结构设计	20-47
3.8.4	蓄能器装置的设计	20-50
3.9	液压集成块设计	20-51
3.10	全面审核及编写技术文件	20-55
3.11	液压元件设计及选用禁忌	20-56
3.11.1	液压泵选用禁忌	20-56
3.11.2	液压缸设计禁忌	20-60
3.11.3	液压马达选用禁忌	20-69
3.11.4	压力控制阀选用禁忌	20-73
3.11.5	方向控制阀选用禁忌	20-74
3.11.6	流量控制阀选用禁忌	20-75
3.12	液压回路设计禁忌	20-77
3.12.1	方向控制回路设计禁忌	20-77
3.12.1.1	换向回路设计禁忌	20-77
3.12.1.2	锁紧回路设计禁忌	20-79
3.12.1.3	液控回路设计禁忌	20-81
3.12.2	压力控制回路设计禁忌	20-83
3.12.2.1	减压回路设计禁忌	20-85
3.12.2.2	卸荷回路设计禁忌	20-87
3.12.2.3	顺序动作回路设计禁忌	20-88
3.12.2.4	平衡回路设计禁忌	20-90
3.12.3	速度控制回路设计禁忌	20-91
3.12.3.1	节流调速回路设计禁忌	20-91
3.12.3.2	容积调速回路设计禁忌	20-93
3.12.3.3	快速运动回路设计禁忌	20-94
3.12.3.4	速度换接回路设计禁忌	20-94
3.12.3.5	同步回路设计禁忌	20-96
3.13	液压系统设计禁忌	20-97
3.13.1	液压系统设计和计算禁忌	20-97
3.13.1.1	初步确定液压传动系统图 禁忌	20-97
3.13.1.2	液压件的选择或设计禁忌	20-102
3.13.1.3	液压传动系统的计算	20-103
3.13.1.4	正式的液压传动系统图及装配 图禁忌	20-103
3.13.2	液压泵站的设计禁忌	20-103
3.13.3	液压集成回路的设计	20-109
3.13.3.1	液压集成块设计要点	20-109
3.13.3.2	液压集成块设计禁忌	20-109
3.13.4	液压系统设计禁忌实例	20-111
3.14	关于液压系统设计中的节能问题	20-115
3.15	液压系统设计计算实例	20-117

第 4 章 液压基本回路

4.1	概述	20-122
4.2	液压源回路	20-122
4.3	压力控制回路	20-124
4.3.1	调压回路	20-125
4.3.2	减压回路	20-126
4.3.3	增压回路	20-127
4.3.4	保压回路	20-128
4.3.5	卸荷回路	20-131
4.3.6	平衡回路	20-134
4.3.7	缓冲回路	20-135
4.3.8	卸压回路	20-139
4.3.9	制动回路	20-142
4.4	速度控制回路	20-143
4.4.1	调速回路	20-143
4.4.2	增速回路	20-147
4.4.3	减速回路	20-149
4.4.4	二次进给回路、比例阀连续调速 回路	20-150
4.5	同步控制回路	20-151
4.6	方向控制回路	20-155
4.6.1	换向回路	20-155
4.6.2	锁紧回路	20-157
4.6.3	连续往复运动回路	20-158
4.7	液压马达回路	20-160
4.8	其他液压回路	20-162
4.8.1	顺序动作回路	20-162
4.8.2	插装阀控制回路	20-165
4.9	二次调节静液传动回路	20-166

第 5 章 液压工作介质

5.1	液压介质的分类	20-167
5.1.1	分组	20-167
5.1.2	命名	20-167
5.1.3	代号	20-167
5.2	液压介质的性质	20-167
5.2.1	密度	20-167
5.2.2	液压油黏度的分类	20-168
5.2.3	黏度、密度与温度的关系	20-168
5.2.4	可压缩性与膨胀性	20-168
5.2.5	比热容	20-169

5.2.6 油空气分离压、饱和蒸汽压	20-170
5.3 液压介质的质量指标及选择	20-170
5.3.1 矿物型液压油与合成型液压油的质 量指标	20-170
5.3.2 抗燃型液压油的质量指标	20-174
5.3.2.1 矿物油型和合成烃型液 压油	20-174
5.3.2.2 专用液压油	20-179
5.3.2.3 难燃液压油	20-182
5.3.2.4 液力传动油	20-186
5.4 液压介质的选用	20-187
5.4.1 污染物的种类及污染原因	20-187
5.4.2 污染程度测定及污染等级标准	20-187
5.4.3 液压工作介质的选择	20-188
5.4.4 液压工作介质的使用要点	20-189

第 6 章 液 压 缸

6.1 液压缸的类型	20-190
6.2 液压缸的基本参数	20-191
6.3 液压缸的安装方式	20-194
6.4 液压缸的主要结构、材料及技术 要求	20-200
6.4.1 缸体和缸盖的材料技术要求	20-200
6.4.2 缸体端部连接形式	20-201
6.4.3 活塞	20-206
6.4.3.1 活塞材料及尺寸和公差	20-206
6.4.3.2 常用的活塞结构形式	20-206
6.4.3.3 活塞的密封	20-206
6.4.4 活塞杆	20-210
6.4.5 活塞杆的导向、密封和防尘	20-213
6.4.5.1 导向套的材料和技术要求	20-213
6.4.5.2 活塞杆的密封	20-214
6.4.5.3 活塞杆的防尘圈	20-216
6.4.6 液压缸的缓冲装置	20-217
6.4.7 液压缸的排气装置	20-217
6.5 液压缸的设计计算	20-218
6.5.1 液压缸的设计计算	20-218
6.5.2 液压缸性能参数的计算	20-219
6.5.3 液压缸主要几何参数的计算	20-221
6.5.4 液压缸结构参数的计算	20-223
6.5.5 液压缸的连接计算	20-226
6.5.6 活塞杆稳定性验算	20-229
6.6 液压缸标准系列	20-229
6.6.1 工程液压缸系列	20-229
6.6.2 冶金设备用标准液压缸系列	20-238
6.6.2.1 YHG ₁ 型冶金设备标准液	

压缸	20-238
6.6.2.2 ZQ 型重型冶金设备液压缸 ..	20-246
6.6.2.3 JB 系列冶金设备液压缸	20-251
6.6.2.4 YG 型液压缸	20-255
6.6.2.5 UY 型液压缸	20-262
6.6.3 车辆用液压缸系列	20-268
6.6.3.1 DG 型车辆液压缸	20-268
6.6.3.2 G※型液压缸	20-271
6.6.4 重载液压缸	20-273
6.6.4.1 CD/CG 型液压缸	20-273
6.6.4.2 CG250、CG350 等速重载液 缸尺寸	20-287
6.6.5 轻载拉杆式液压缸	20-290
6.6.6 带接近开关的拉杆式液压缸	20-298
6.6.7 伸缩式套筒液压缸	20-299
6.6.8 传感器内置式液压缸	20-301
6.7 液压缸的加工工艺与拆装方法、注意 事项	20-302
6.8 液压缸的选择指南	20-306

第 7 章 液压控制阀

7.1 液压控制阀的分类	20-310
7.1.1 按照液压阀的功能和用途进行 分类	20-310
7.1.2 按照液压阀的控制方式进行 分类	20-310
7.1.3 按照液压阀控制信号的形式 进行分类	20-310
7.1.4 按照液压阀的结构形式进行 分类	20-311
7.1.5 按照液压阀的连接方式进行 分类	20-311
7.2 液压控制元件的性能参数	20-312
7.3 压力控制阀	20-312
7.3.1 溢流阀	20-312
7.3.2 卸荷溢流阀	20-318
7.3.3 减压阀	20-318
7.3.4 顺序阀	20-321
7.3.5 平衡阀	20-323
7.3.5.1 FD 型平衡阀	20-323
7.3.5.2 RB 型平衡阀	20-328
7.3.6 背压阀	20-329
7.3.7 压力继电器	20-330
7.3.8 溢流阀、减压阀、顺序阀的结构 原理与适用场合的综合比较	20-332
7.3.9 典型产品	20-332

8.5.2.6	YBX 型限压式变量叶片泵	20-543
8.5.2.7	V ₄ 型变量叶片泵	20-547
8.6	柱塞泵产品	20-549
8.6.1	柱塞泵的工作原理及主要结构特点	20-549
8.6.2	柱塞泵的拆装方法和注意事项	20-551
8.6.3	柱塞泵产品	20-551
8.6.3.1	柱塞泵产品技术参数概览	20-551
8.6.3.2	CY1-1B 型斜盘式轴向柱塞泵	20-552
8.6.3.3	A2F 型柱塞泵	20-555
8.6.3.4	A7V 型柱塞泵	20-560
8.6.3.5	ZB 型斜轴式轴向柱塞泵	20-566
8.6.3.6	JBP 径向柱塞泵	20-567
8.6.3.7	A10V 型轴向柱塞泵	20-569
8.6.3.8	RK 型超高压径向柱塞泵	20-573
8.6.3.9	SB 型手动泵	20-574

第 9 章 液压马达

9.1	液压马达的分类	20-575
9.2	液压马达的主要参数及计算公式	20-575
9.2.1	主要参数	20-575
9.2.2	计算公式	20-576
9.2.3	液压马达主要技术参数概览	20-576
9.3	液压马达的结构特点	20-577
9.4	齿轮马达	20-578
9.4.1	外啮合齿轮马达	20-579
9.4.1.1	GM5 型齿轮马达	20-579
9.4.1.2	CM-C 型齿轮马达	20-581
9.4.1.3	CM-G4 型齿轮马达	20-582
9.4.1.4	CM-D 型齿轮马达	20-583
9.4.1.5	CMZ 型齿轮马达	20-584
9.4.1.6	CMW 型齿轮马达	20-584
9.4.1.7	CMK 型齿轮马达	20-585
9.4.1.8	CM-F 型齿轮马达	20-586
9.4.1.9	CB-E 型齿轮马达	20-587
9.4.2	摆线液压马达	20-588
9.4.2.1	BYM 型齿轮马达	20-588
9.4.2.2	BM-C/D/E/F 型摆线液压马达	20-589
9.5	叶片马达	20-592
9.5.1	YM 型液压马达	20-592
9.5.1.1	YM 型中压液压马达	20-592
9.5.1.2	YM 型中高压液压马达	20-594
9.5.1.3	YM※型低速大扭矩叶片马达	20-595

9.5.2	BMS、BMD 型叶片摆动马达	20-597
9.6	柱塞马达	20-598
9.6.1	斜盘式轴向柱塞式马达	20-598
9.6.1.1	ZM、XM 型柱塞马达	20-599
9.6.1.2	HTM (SXM) 型双斜盘轴向柱塞马达	20-600
9.6.1.3	PVBQA 系列轻型轴向柱塞马达	20-604
9.6.2	斜轴式轴向柱塞马达	20-607
9.6.2.1	A2F 型斜轴式轴向柱塞马达	20-607
9.6.2.2	A6V 型斜轴式变量马达	20-608
9.6.3	径向柱塞马达	20-609
9.6.3.1	NJM 型柱塞马达	20-609
9.6.3.2	1JMD 型柱塞马达	20-613
9.6.3.3	JM※系列径向柱塞马达	20-614
9.6.4	球塞式液压马达	20-622
9.6.4.1	QJM 型径向球塞马达	20-622
9.6.4.2	QJM 型带制动器液压马达	20-626
9.6.4.3	QKM 型带制动器液压马达	20-632
9.7	曲柄连杆式径向柱塞马达	20-635
9.8	液压马达的选用	20-635
9.9	摆动液压马达	20-636
9.9.1	摆动液压马达的分类	20-636
9.9.2	摆动液压马达产品	20-637
9.9.2.1	YMD 型单叶片摆动马达	20-637
9.9.2.2	YMS 型双叶片马达	20-638
9.9.3	摆动液压马达的选择原则	20-640

第 10 章 液压辅件与液压泵站

10.1	蓄能器	20-641
10.1.1	蓄能器的种类及特点	20-641
10.1.2	蓄能器在系统中的应用	20-642
10.1.3	各种蓄能器的性能及用途	20-642
10.1.4	蓄能器的容量计算	20-643
10.1.5	蓄能器的选择	20-643
10.1.6	蓄能器产品	20-643
10.1.6.1	NXQ 型囊式蓄能器	20-643
10.1.6.2	HXQ 型活塞式蓄能器	20-644
10.1.7	蓄能器附件	20-646
10.1.7.1	CJQ 型充氮工具	20-646
10.1.7.2	CDZ 型充氮车	20-646
10.1.7.3	蓄能器专用阀门	20-646
10.2	过滤器	20-648
10.2.1	过滤器的主要性能参数	20-648

